10.22092/sppi.2020.122889

"مجله نهال و بذر"
جلد ۳۶، شماره ۱، سال ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

ارزیابی امکان کاشت پاییزه چغندرقند در استان البرز

Assessment of Possibility of Autumn Planting of Sugar Beet in Alborz Province in Iran

مجید حسین زاده فضل[۱] ، داریوش فتح اله طالقانی[۲] ، داوود حبیبی[۳] ، سعید صادق زاده حمایتی[۴] و محمد رضا اردکانی[۵]

۱- دانشجوی دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد کرج، کرج، ایران.
۲و ۴- دانشیار، موسسه تحقیقات بذر چغندرقند، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی،کرج، ایران.
۳- دانشیار، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدکرج،کرج، ایران
۵- استاد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحدکرج،کرج، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۶ **تاریخ پذیرش:۱۳۹۸/۰۶/۱۱**

چکیده

حسین زاده فضل، م.، طالقانی، د. ف.، حبیبی، د.، صادق زاده حمایتی، س. و اردکانی، م. ر. ۱۳۹۹. ارزیابی امکان کاشت پاییزه چغندرقند در استان البرز. **مجله نهال و بذر ۳۶:** ۱۰۴ - ۸۷.

چغندرقند در استان البرز و اقلیم های مشابه، آب و هوای مدیترانه ای با زمستان های ملایم و تابستان های گرم و خشک، در فصل بهار کاشت می شود که به علت مصرف آب زیاد و شیوع آفات و بیماریها در منطقه با مشکلات زیادی مواجه می شود. توسعه پاییزه چغندرقند به دلیل مصرف آب کمتر نسبت به کاشت بهاره آن در سال های اخیر مورد توجه قرار گرفته است. این آزمایش در پاسخ به این سوال که آیا کاشت پاییزه چغندرقند در کرج و اقلیم های مشابه امکان پذیر است؟ اجرا شد. به دلیل اهمیت تعیین تاریخ مناسب کشت و همچنین ارزیابی ارقام مقاوم به ساقه روی، در این آزمایش دو رقم چغندرقند در سه تاریخ کاشت به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی در سه تکرار و در سه سال زراعی (۱۳۹۶-۱۳۹۳) مورد ارزیابی قرار گرفتند. عامل اول: تاریخ های کاشت در سه سطحِ دهه دوم مهر، دهه اول آبان و دهه سوم آبان و عامل دوم رقم در دو سطح رقم شریف (نیمه مقاوم) و رقم ویکو (مقاوم) بود. در سالهای زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۶-۱۳۹۵ اکثر گیا هچه ها در اثر سرما زدگی از بین رفتند ولی در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ گیاهان زنده ماندند و مزرعه به عملکرد اقتصادی رسید. تجزیه واریانس داده ها در سال زراعی مذکور نشان داد که میزان ساقه روی و سرمازدگی در تاریخ های کاشت مختلف در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. مقایسه میانگین ها نشان داد که با تأخیر در کاشت میزان ساقه روی از ۱۵/۹ درصد به پنج درصد و سپس به نیم درصد کاهش یافت، در حالیکه میزان سرمازدگی از ۴۸/۷ درصد به ۷۸/۸ درصد افزایش یافت. اثر تاریخ کاشت برای عملکرد ریشه، شکر و شکر سفید در سطح احتمال یک درصد معنی دار شد. تاریخ کاشت اول با ۴۱/۶ ، ۶/۵ و ۴/۳ تن در هکتار، به ترتیب بیشترین عملکرد ریشه، شکر و شکر سفید را به خود اختصاص داد. عملکرد شکر و شکر سفید نیز به ترتیب با ۴/۲ و ۲/۹ تن در هکتار متعلق به رقم ویکو و بیشتر از رقم شریف بود. نتایج این پژوهش کاشت پاییزه چغندرقند را در منطقه کرج و مناطق مشابه از نظر اقلیمی، به دلیل سرمازدگی و درصد ساقه روی بالا توصیه نمی کند. اگرچه در آینده با توجه به روند گرمتر شدن این اقلیم، کاهش منابع آب کشور و با مطالعه و دستیابی به ارقام مقاوم تر به ساقه روی و سرمازدگی، شاید کاشت پاییزه چغندرقند در کرج و اقلیم های مشابه امکان پذیر شود.

واژه های کلیدی : چغندرقند ، کشت پاییزه ، به ساقه روی ، عملکرد ریشه، عملکرد شکر

نگارنده مسئول: d.taleghani@areeo.ac.ir تلفن: ۰۲۶۳۲۷۰۲۶۱۱

مقدمه

تولیـــد کننـــدگان چغندرقنـــد همـــواره درجستجوی روش هایی هستند تا محصول شکر را افزایش دهند. با توجه به اهمیت ایـن محصـول و ارزبـری واردات شـکر لازم اسـت عـلاوه بـر افزایش عملکرد در واحـد سـطح، منـاطق مسـتعد کشت این محصول نیز شناسایی شـوند. بـا توجـه به گرم شدن تدریجی کره زمین، در آینده پـیش بینی می شـود کشـت پـاییزه چغندرقنـد اولویـت بیشتری پیدا کند، اما کاشت پاییزه در بسـیاری از مناطق با خطر ساقه روی و گل دهـی مواجـه مـی باشـد (Draycott, 2006). در سـال هـایی کـه میانگین درجه حرارت ماه های زمستان بـه پـایین تـر از ۱۰ درجـه سـانتیگراد برسـد گیـاه ورنـالیزه شده و در بهار بـه دلیـل ظهـور سـاقه گـل دهنـده ریشه ها خشبی و فیبری می گردد. وجود بیش از حد ساقه های گـل دهنـده موجـب پـایین آمـدن درصد قند، عملکرد ریشه و خلوص شـربت خـام می شود (Sadeghian, 1999).

کاشــت چغندرقنــد در منطقــه کــرج فقــط بصورت بهـاره انجـام مـی شـود و سـابقه کاشـت پـاییزه در ایــن منطقــه وجــود نــدارد. بنــابراین در صورت امکان کاشـت پـاییزه در ایـن منطقـه، علاوه بـر ایجـاد یـک تنـاوب مطلـوب بـا غـلات و صرفه جـویی در مصـرف سـموم علـف کـش و آفت کش، موجب صرف جویی قابل ملاحظـه آب مـی گـردد. کاشــت پـاییزه چغندرقنــد بـه عنوان یک محصول زمستانه (چغندرقند زمستانه) برای افزایش بهره وری کل زنجیـره تولیـد شـکر در دنیــا مــورد بحــث قــرار گرفتــه اســت (Hoffmann and Kluge-Severin, 2010) .

بهـاره شـدن (Vernalization) و سـاقه روی (Bolting) به همراه خسـارت یـخ زدگـی عامـل اصلی در عدم گسترش کاشت پـاییزه چغندرقنـد مـی باشـد (Reinsdorf and Koch, 2013). محققــان بــا انجــام آزمــایش هــایی در چهــار منطقــه بــا شــرایط مختلــف آب و هــوایی در اروپـای مرکـزی نشـان دادنـد کـه در مـزارع کشــت پــاییزه چغندرقنــد ۱۰ تــا ۳۵ درصــد خسـارت یـخ زدگـی (Freezing) اتفـاق افتـاد (Reinsdorf and Koch, 2013) .

پژوهشگران در پهنه بنـدی اقلیمـی-زراعـی و امکان سنجی کاشـت پـاییزه چغندرقنـد دراسـتان هـای خراسـان رضـوی و خراسـان جنـوبی نشـان دادند منـاطقی کـه کمتـر از ۱۰۰۰ متـر ارتفـاع از سطح دریا دارند، برای کاشـت پـاییزه چغندرقنـد کاملاً مناسب مـی باشـند (ایـن اراضـی بیشـتر در جنوب استان خراسان جنوبی واقـع شـده انـد). بـا افزایش ارتفاع خصوصاً درارتفـاع بـیش از ۱۸۰۰ متـری بـه دلیـل کـاهش دمـا خطـر سـرمازدگی افــزایش مــی یابــد. آنهــا گــزارش کردنــد از مشکلات دیگـر بـرای توسـعه کشـت چغندرقنـد علاوه بر ساقه روی ، بقاء از نظـر وقـوع یخبنـدان در طی زمستان می باشد.

مناطق کاملاً مناسب محدوده هایی مـی باشـد که به احتمال بالای ۷۵ درصد دما در طول فصـل رشــد در آن منــاطق بــه کمتــر از ۷- درجــه ســانتیگراد نخواهــد رســید. در صــورت وقــوع

دماهای کمتر از ۱۵- درجه سانتیگراد خسارت غیر قابل برگشت و بسیار شدیدی به زراعت پاییزه چغندرقند وارد خواهد شد(Javaheri *et al.*, 2015). کیرشهوف و همکاران (Kirchhoff *et al.*, 2012) در نه آزمایش مزرعه ای در آلمان و بلاروس نشان دادند که میزان بقای چغندر قند کاشت پاییزه بعد از زمستان به طورکلی در محیط های مختلف متفاوت بود. آنها بیان کردند که چغندرقند می تواند در شرایط مزرعه با توجه به حفاظت پوشش برف در دمای هوای ۲۳- درجه سانتیگراد نیز زنده بماند .

در منطقه مغان کاشت رقم مقاوم به ساقه رفتن در تاریخ کاشت نیمه دوم مهر و برداشت در اوایل تیر کمترین درصد ساقه رفتن (۱/۳۲ درصد) و بیشترین عملکرد ریشه، شکر و شکر سفید را به ترتیب با ۴۹/۸۱ ، ۷/۶۳ و ۶/۲۶ تن در هکتار داشت (Taleghani *et al.*, 2011). گزارش شده است که در کاشت بهاره سودمندی نسبی حدود ۲۶ درصد بیشتر از کاشت پاییزه است ولی وجود بیماری های مختلف (مانند بیماریهای ویروسی، سفیدک و نماتد) باعث از بین رفتن این سودمندی می شود (Jaggard and Werker, 1998).

نلسون (Nelson, 1987) در آریزونای مرکزی گزارش نمود که سرعت رشد ریشه در دوره نهایی تاریخ های برداشت (از می تا جولای) در تاریخ های مختلف کاشت یکسان بود. نتایج یک بررسی نشان داد به ازاء چهار درصد ساقه گل دهنده، محصول ریشه یک درصد کاهش می یابد (Sadeghian, 1994). تحقیق دیگری نشان داد که اثر فتوترمال ممکن است به وسیله افزایش درجه حرارت و یا کاهش طول روز خنثی شود، که آن را دورنالیزاسیون (Devernalization) می گویند (Lexander, 1980) .

هدف از این پژوهش بررسی امکان کاشت پاییزه دو رقم چغندرقند در تاریخ های کاشت متفاوت و بررسی میزان سرمازدگی و ساقه روی آنها در منطقه کرج و اقلیم های مشابه بود.

مواد و روش

این پژوهش در منطقه کرج با عرض جغرافیایی ۳۵ درجه و ۵۹ دقیقهٔ شمالی و طول جغرافیایی ۵۱ درجه و ۶ دقیقهٔ شرقی با ارتفاع ۱۳۱۳ متر از سطح دریا در سه سال زراعی۱۳۹۶-۱۳۹۳ اجرا شد. قبل از کاشت از خاک نقاط مختلف مزرعه محل اجرای آزمایش به طور تصادفی از عمق صفر تا ۳۰ سانتی متری نمونه هایی تهیه و یک نمونه مرکب جهت تعیین برخی ویژگیهای فیزیکی و شیمیایی به آزمایشگاه ارسال و مورد تجزیه قرارگرفت. بر اساس نتایج آزمون خاک (جدول ۱) مقادیر کودهای اصلی مورد نیاز تعیین شد.

برای اجرای این تحقیق از سه زمان کاشت دهه دوم مهر، دهه اول آبان ودهه سوم آبان و دو رقم چغندرقند: ۱- نیمه مقاوم به بولت

جدول ۱- ویژگی های فیزیکی وشیمیایی خاک مزرعهٔ آزمایشی

Table 1. Physical and chemical soil properties of research field

سال Year	عمق (سانتیمتر) Depth (cm)	شوری (دسی زیمنس بر متر) EC (ds/m)	اسیدیته pH	فسفر قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم) $P_{ava.}$ (mg/kg)	پتاسیم قابل جذب (میلی گرم بر کیلو گرم) $K_{ava.}$ (mg/kg)	نیتروژن نیتراتی (میلی گرم بر کیلو گرم) N-NO_3^- (mg/kg)	نیتروژن آمونیومی (میلی گرم بر کیلو گرم) N-NH^{+4} (mg/kg)	رس (٪) Clay (%)	سیلت (٪) Silt (%)	شن (٪) Sand (%)	Soil Texture	بافت خاک
2014	0-30	1.4	7.62	24	562	39.0	15.0	38	38	25	Clay loam	رسی –لومی
2015	0-30	1.1	7.48	14	640	35.0	5.6	40	48	12	Clay loam	رسی- لومی
2016	0-30	1.8	7.49	15	350	18.6	5.5	39	42	19	Silty-Clay- loam	سلیت- رس- لوم

(شریف) و ۲- مقاوم به بولت (ویکو) استفاده شد. آزمایش به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار انجام شد. طول خطوط کاشت هشت متر و فاصله خطوط ۵۰ سانتی متر در نظر گرفته شد. هر کرت شامل چهار خط و مساحت هر کرت ۱۶متر مربع بود. کلیه عملیات زراعی در زمان مناسب انجام شد.

در سال‌های زراعی ۱۳۹۴-۱۳۹۳ و ۱۳۹۵-۱۳۹۶ اکثر بوته ها در اثر سرما زدگی از بین رفتند اما در سال زراعی ۱۳۹۵-۱۳۹۴ تعداد بوته ها پس از عملیات تنک و وجین نهایی برای تمامی تیمارها مشخص و بعد از رفع سرما مجدداً بوته ها شمارش شد و در نهایت تعداد بوته های از بین رفته در اثر سرما (سرمازدگی) برای همه تیمارها مشخص گردید. تعداد بوته های به بولت رفته در اوایل خرداد نیز شمارش و با توجه به تعداد کل بوته ها، میزان ساقه روی برای همه تیمارها محاسبه شد.

برداشت تیمارها از دو خط وسط (هشت متر مربع) در دوازدهم تیر ماه انجام شد. در هنگام برداشت تعداد ریشه ها و وزن ریشه ها اندازه گیری شد. نمونه خمیر ریشه هر تیمار برای تعیین صفاتی نظیر درصد قند ، میزان ناخالصی های (سدیم، پتاسیم و نیتروژن مضره موجود در ریشه)، قند ملاس، درصد قند قابل استحصال، عملکرد شکر و عملکرد شکر سفید تعیین شد. تمامی ویژگی های کیفیت مورد بررسی با توجه به روشهای استاندارد متداول اندازه گیری شده است.

قند موجود در ملاس با استفاده از فرمول پیشنهاد شده توسط راین فیلد وهمکاران (Reinfeld *et al.*, 1974) محاسبه شد (رابطه ۱):

$$MS = 0.0343\ (K^{+}+Na^{+}) + 0.094\ (\text{alpha-amino-N}) - 0.31 \qquad (1)$$

درصد قند قابل استحصال (WSC) نیز محاسبه شد (Reinfeld *et al.*, 1974). (رابطه ۲) :

$$WSC = SC - (MS + 0.6) \qquad (۲)$$

که در آن SC = درصد عیار قند، MS = درصد قند ملاس و ضایعات کارخانه = 0.6 می باشد.

عملکرد شکر سفید در برداشت نهایی بر حسب تن در هکتار نیز از رابطهٔ زیر محاسبه شد (رابطه ۳) :

درصد قند قابل استحصال × عملکرد ریشه = عملکرد شکر سفید (۳)

اطلاعات ماهانه هواشناسی از ایستگاه هواشناسی کرج در سال های زراعی

مورد آزمایش و همچنین آمار روزانه دمای حداقل مطلق آذر، دی، بهمن و اسفند در سال‌های آزمایش از اداره هواشناسی استان البرز تهیه و ارائه شده است (جدول ۲).

تجزیه واریانس داده ها با استفاده از نرم افزار SAS و مقایسه میانگین ها با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

مقایسه میانگین ماهانه دمای هوا در دوره رشد گیاه طی سه سال آزمایش نشان داد که میانگین دمای هوا طی فصل رشد در سال اول، دوم و سوم آزمایش به ترتیب با ۱۲/۵ ، ۱۲/۵ و ۱۲ درجه سانتیگراد تقریباً برابر بود (جدول ۲). پس عوامل اصلی که احتمالاً باعث شدند در سال دوم گیاهچه های چغندرقند زنده بمانند، دمای حداقل هوا و تعداد روزهای یخبندان بود. میانگین دمای ماهانه حداقل هوا در سال دوم زراعی با ۶/۹ درجه سانتیگراد بیشتر از سال های اول و سوم بود. در ضمن میانگین ماهانه رطوبت نسبی و مقدار بارش در این سال نیز بیشتر بود که اینها نیز از عوامل موثر بر بقای گیاهان بودند (جدول ۲).

برای بررسی بیشتر داده های هواشناسی، تعداد روزهای یخبندان و همچنین دمای حداقل مطلق در آذر، دی، بهمن و اسفند که دمای هوا کاهش می یابد، جمع آوری شد (جدول ۳). بررسی داده ها نشان داد که تأثیر تغییرات دمایی اسفند بر زنده ماندن بوته ها در این سه سال بسیار تعیین کننده بود. زیرا تعداد روزهای یخبندان در اسفند سال دوم صفر اما در اسفند سال های اول و سوم به ترتیب ۱۲ و ۱۰ روز بود (جدول ۳).

در سال ۱۳۹۵ سرمای بسیار سختی وجود داشت به طوری که گیاهان به دفعات در معرض دمای کمتر از ۵- درجه سانتیگراد بودند. میانگین تعداد روزهای یخبندان و میانگین دمای حداقل مطلق این سال در آذر، دی، بهمن و اسفند به ترتیب ۱۶/۷۵ و ۷/۵۵- درجه سانتیگراد بود که به مراتب بیشتر از سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ بود (جدول ۳). همچنین در سال ۱۳۹۵ در آذر ۱۰ شب دمای هوا به کمتر از ۴- درجه سانتیگراد رسید و همین امر باعث از بین رفتن گیاهچه های چغندرقند شد.

یکی از تفاوت های سال ۱۳۹۳ و ۱۳۹۴ این بود که در اواسط بهمن ۱۳۹۴ برف بسیار سنگینی بارید، بطوریکه سطح مزرعه کاملاً پوشیده از برف شد و همین پوشش برفی، به صورت لایه ای عایق، گیاهچه های چغندرقند را از سرمازدگی محافظت کرد. از این زمان به بعد گرم شدن تدریجی دما (دمای حداقل مطلق ۰/۱ درجه سانتیگراد) و به صفر رسیدن تعداد روزهای یخبندان در اسفند ، در نهایت باعث بقای گیاهچه های چغندرقند گردید و خسارت یخبندان در سال ۱۳۹۴ کمتر از سال های ۱۳۹۳ و ۱۳۹۵ بود.

در اسفند ماه ۱۳۹۳ دمای هوا پس از گرم

جدول ۲ – اطلاعات هواشناسی ایستگاه هوا شناسی کرج در فصل رشد سال‌های زراعی ۹۶-۱۳۹۳

Table 2. Meteorological information of Karaj meteorological station for 2014-17 growing seasons

Parameter	پارامتر	سال Year	مهر Oct.	آبان Nov.	آذر Dec.	دی Jan.	بهمن Feb.	اسفند Mar.	فروردین Apr.	اردیبهشت May	خرداد Jun.	میانگین Average
Monthly minimum temperature (°C)	میانگین ماهانه حداقل دمای هوا (سانتیگراد)	2014-15	11.5	4.5	2.5	0.2	2.2	0.7	8.0	12.4	17.7	6.6
		2015-16	13.1	6.9	0.8	0.2	0.1	6.6	6.3	12.6	15.5	6.9
		2016-17	17.0	12.0	7.0	-2.0	0.0	-2.0	2.0	8.0	12.0	6.0
Monthly mean temperature (°C)	میانگین ماهانه دمای هوا (سانتیگراد)	2014-15	17.8	9.4	6.0	5.2	7.2	6.4	13.9	20.3	26.4	12.5
		2015-16	19.4	10.5	4.6	5.1	4.9	11.8	11.7	19.9	24.2	12.5
		2016-17	25.0	18.0	13.0	3.0	4.0	2.0	8.0	13.0	19.0	12.0
Monthly maximum temperature (°C)	میانگین ماهانه حداکثر دمای هوا (سانتیگراد)	2014-15	24.7	14.9	10.5	10.3	12.3	12.8	19.4	27.5	34.2	18.5
		2015-16	25.9	14.9	8.8	10.0	10.1	17.2	17.6	27.2	31.9	18.2
		2016-17	33.0	26.0	19.0	9.0	9.0	6.0	13.0	18.0	26.0	17.7
Total monthly sunny hours.	مجموع ساعات آفتابی	2014-15	250.2	219.2	156.3	216.4	152.1	219.2	241.6	274.8	314.1	227.1
		2015-16	203.1	157.0	167.4	180.0	213.4	213.1	215.3	278.1	350.1	219.7
		2016-17	333.0	283.0	194.0	189.0	191.0	163.0	208.0	189.0	222.0	219.0
Precipitation (mm)	بارش ماهانه میلیمتر	2014-15	12.8	23.9	31.4	7.6	19.4	19.6	47.3	2.0	7.5	19.1
		2015-16	3.5	77.4	28.6	15.6	8.7	17.8	75.5	13.0	0.0	26.7
		2016-17	0.0	0.0	4.0	7.0	44.0	50.0	20.0	37.0	54.0	24.0
Monthly mean relative humidity (%)	میانگین ماهانه رطوبت نسبی (درصد)	2014-15	48.5	55.2	65.0	53.5	54.0	55.1	45.7	32.2	29.4	48.7
		2015-16	42.7	68.4	66.9	56.8	52.9	43.0	58.0	44.7	31.0	51.6
		2016-17	36.0	39.0	46.0	50.0	60.0	69.0	52.0	53.0	51.0	51.0

جدول ۳- تعداد روزهای یخبندان، تعداد روزهای کمتر از ۵- درجه سانتیگراد و دمای حداقل مطلق در سالهای زراعی ۹۵-۱۳۹۳

Table 3. Number of freezing days, number of days with <-5°C temperature, and absolute minimum temperature during 2014-16 growing seasons

		تعداد روز های یخبندان Number of freezing days			دمای حداقل مطلق (درجه سانتیگراد) Absolute minimum Temperature (°C)			تعداد روزهایی که دمای حداقل مطلق سردتر از ۵ - درجه سانتیگراد بود The number of days when the absolute minimum temperature was lower than -5 ° C		
Month	ماه	2014	2015	2016	2014	2015	2016	2014	2015	2016
December	آذر	4	15	20	-2.2	-3.7	-11	0	0	4
January	دی	12	13	17	-4.7	-4.8	-4.7	0	0	0
February	بهمن	9	14	20	-4.9	-9.3	-7.6	0	5	3
March	اسفند	12	0	10	-5.9	0.1	-6.9	4	0	3
Total	جمع	37	42	67	-	-	-	4	5	10

شدن تدریجی مجدداً به شدت کاهش یافت، بطوریکه ۱۲ روز یخبندان و چهار روز با دمای حداقل مطلق کمتر از پنج درجه سانتیگراد به ثبت رسید. علاوه بر آن در بهمن سال ۱۳۹۳ میانگین دمای هوا ۲/۲ درجه سانتیگراد بود، و پوشش برفی نیز در سطح مزرعه وجود نداشت و همین امر باعث از بین رفتن گیاهچه های چغندرقند در این سال شد. لازم به ذکر است که در اسفند ۱۳۹۴ حداقل دما ۶/۶ و حداکثر دما ۱۷/۲ درجه سانتیگراد بود (جداول ۲ و ۳). این شرایط باعث دِورنالیزاسیون گیاهچه های چغندرقند شد. زیرا وقوع گرمای ناگهانی پس از رفع سرما، اثر ورنالیزاسیون را خنثی می کند.

کیرشهوف و همکاران (Kirchhoff *et al.*, 2012) نیز بیان کردند که چغندرقند می تواند در شرایط مزرعه با توجه به حفاظت پوشش برف، در دمای هوای ۲۳- درجه سانتیگراد زنده بماند. سنف (Senff, 1961) گزارش کرد که درجه حرارت خاک برای چغندر پاییزه در دمای ۱۰- درجه سانتیگراد کشنده است. در حالیکه رینسدورف و کوچ (Reinsdorf and Koch, 2013) بر اساس آزمایشات مزرعه ای، دمای کشنده را برای بافت ریشه ۶- درجه سانتیگراد ذکر کردند. بنابراین اگر دمای خاک در عمق ۳۰-۰ سانتیمتر اندازه گیری شده بود در تفسیر نتایج می توانست کمک شایانی باشد.

جواهری و همکاران (Javaheri *et al*, 2015) نیز در پهنه بندی اقلیمی - زراعی استان های خراسان رضوی و خراسان جنوبی نشان دادند مناطقی که کمتر از ۱۰۰۰ متر ارتفاع از سطح دریا دارند، کاملاً مناسب کشت پاییزه می باشند. آنها گزارش کردند مناطقی که به احتمال ۷۵ درصد، دما در طول فصل رشد به کمتر از ۷- درجه سانتیگراد نرسد، مناسب کشت پاییزه می باشند. اما همانطور که در ماه های سرد سال های آزمایش بررسی شد دمای هوا در منطقه کرج بارها به ۷- درجه سانتیگراد و حتی کمتر هم رسید (جدول ۳).

هافمن و کلوج سورین (Hoffmann and Kluge-Severin, 2011) نشان دادند که محصول چغندرقند زمستانه می تواند به آسانی در پاییز کشت شود. در آزمایش های مزرعه ای آنها در سال های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ ، چغندرقند در زمستان تحت شرایط آب و هوایی آلمان به خوبی زنده ماند. برای کشت موفق پاییزه چغندرقند، تحمل مناسب یخبندان ومقاومت به ساقه روی ضروری می باشد. زیرا بقای چغندرقند به شدت به شرایط آب وهوایی و ژنتیک (Kirchhoff *et al.*, 2012) و فنوتیپ (به ویژه قطر حداکثرریشه ۲/۵-۱سانتیمتری) برای تحمل بیشتر یخبندان بستگی دارد (Reinsdorf *et al.*, 2013; Senff, 1958).

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر ساقه روی و سرما زدگی چغندرقند در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). با تأخیر کاشت از دهه دوم مهر به

جدول۴- تجزیه واریانس برای صفات کمی و کیفیت چغندرقند در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Table 4. Analysis of variance for the quantitative and quality traits of sugar beets in 2015-2016 growing season

S.O.V.	منبع تغییر	درجه آزادی df	ساقه روی Bolting	خسارت سرما زدگی Freezing damage	عملکرد ریشه Root yield	عملکرد شکر Sugar yield	عملکرد شکر سفید White sugar yield	درصد قند Sugar content	درصد شکر سفید White sugar content	سدیم Na	پتاسیم K	نیتروژن مضره N	ضریب استحصال Extraction coefficient of sugar	قند ملاس Molass sugar
Replication	تکرار	2	6.078	104.009	23.004	0.477	0.318	0.068	0.061	0.098	0.378	3.505*	2.369	0.046
Sowing date (SD)	تاریخ کاشت	2	380.996**	1367.416**	1323.252**	32.994**	13.869**	0.774	0.006	2.229*	0.886	1.075	15.313	0.754*
Cultivar (C)	رقم	1	21.495	282.190**	81.920	2.936*	1.987*	2.761*	6.601**	4.023**	0.157	0.781	89.780*	0.823
C × SD	رقم × تاریخ کاشت	2	34.745*	55.065	606.571**	14.158**	7.469**	0.196	1.778	0.495	2.657*	2.806*	47.422*	0.899*
Error	خطا	10	5.454	27.482	26.155	0.588	0.252	0.383	0.572	0.392	0.389	0.672	9.357	0.174
C.V. (%)	ضریب تغییرات (٪)	-	32.58	8.27	20.61	19.85	19.21	4.01	7.30	12.39	8.54	14.50	4.56	9.36

* and **: Significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

* و **: به ترتیب غیر معنی دار در سطح احتمال پنج و یک درصد.

دهه اول آبان و سپس دهه سوم آبان، میزان ساقه روی از ۱۵/۹ درصد به پنج درصد و سپس به نیم درصد کاهش یافت، در صورتی که میزان سرمازدگی بوته های چغندرقند از ۴۸/۷ درصد به ۶۲/۶ درصد و سپس ۷۸/۸ درصد افزایش یافت (جدول۵). بنابراین می توان گفت که یک ارتباط معکوس بین سرمازدگی و ساقه روی در چغندرقند پاییزه وجود دارد.

در تاریخ کاشت اول، گیاهان هنگام مواجهه با سرما از پوشش گیاهی بیشتری در مقایسه با تاریخ کاشت دوم و سوم برخوردار بودند. زیرا مدت رشد گیاهان قبل از شروع سرما در این تاریخ کاشت بیشتر از تاریخ کاشت مرحله دوم و سوم بود و بیشتر تحت تأثیر اثر نور و دما قرار گرفتند، بنابراین استعداد ساقه روی بیشتری هم داشتند. در تاریخ کاشت دوم و سوم بوته ها در هنگام مواجهه با سرمای زمستانه نسبت به تاریخ کاشت اول، جوانتر و دارای پوشش گیاهی کمتری بودند و بیشتر تحت تأثیر سرما قرار گرفتند و کمتر هم به ساقه رفتند. امروزه، ساقه روی (Bolting) هنوز یک محدودیت عمده برای توسعه کشت چغندرقند زمستانه است. چغندر قند یک گیاه دوساله است و تغییر از مرحله رویشی به مرحله زایشی باتأمین سرما برای بهاره سازی (Vernalization) و به دنبال آن شرایط روزهای بلند صورت می گیرد (Milford *et al*., 2010).

در پژوهشی در منطقه فساء در استان فارس تاریخ کاشت زود باعث شد بوته های چغندرقند مدت زمان بیشتری در معرض سرما قرار گرفته و تعداد بیشتری از بوته ها به ساقه رفتند (Ashrafmansoori, 1997). در بررسی دیگر نشان داده شد که به طور کلی بروز درجه حرارت ۲۷-۲۱ درجه سانتیگراد پس از رفع سرما می تواند اثر سرمای قبل را خنثی کند. به عبارت دیگر اگر همه چغندرقند ها در تیمار های مختلف کاشت، سرمای لازم برای ورنالیزاسیون را دریافت کنند، در تاریخ کاشت دیر به خاطر عمل خنثی شدن ورنالیزاسیون (Devernalization) در اثر گرم شدن یکباره هوا در اسفند و فروردین، درصدِ ساقه روی کاهش می یابد. زیرا در تاریخ کاشت دیر، گیاه نسبت به تاریخ کاشت زودتر جوانتر بوده و کمتر تحت تأثیرِ ورنالیزاسیون قرار می گیرد (Smit, 1982). کاهش چشمگیر ساقه روی در تاریخ کاشت دوم و سوم نسبت به تاریخ کاشت اول ممکن است به همین دلیل و همچنین کوچک تر بودن اندازه بوته ها و دریافت سرمای کمتر بود.

رقام از نظر ساقه روی تفاوت زیادی نداشتند، اما تفاوت آنها در میزان سرمازدگی در سطح احتمال یک درصد معنی دارشد (جدول۴). میزان سرمازدگی در رقم مقاوم ویکو با ۵۹/۴ درصد به طور معنی داری کمتر از رقم شریف با ۶۷/۳ درصد بود (جدول۵). اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم بر میزان ساقه روی در سطح احتمال پنج درصد معنی دارشد، اما برای میزان سرمازدگی معنی دار نبود (جدول ۴). در میان

جدول ۵- مقایسه میانگین صفات کمی و کیفیت برای و تاریخ کاشت های مختلف و ارقام چغندرقند در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Table 5. Mean comparison of quantitative and quality traits for different sowing dates and sugar beet cltivars in 2015-2016 growing season

		درصد ساقه روی Bolting (%)	درصد سرما زدگی Freezing (%)	عملکرد ریشه (تن در هکتار) RY (tha^{-1})	عملکرد شکر (تن در هکتار) SY (tha^{-1})	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) WSY (tha^{-1})	درصد قند SC (%)	درصد قند خالص WSC (%)	سدیم (میلی اکی والنت در صد گرم چغندر قند) Na (meq100 g $beet^{-1}$)	پتاسیم (میلی اکی والنت در صد گرم چغندر قند) K (meq100 g $beet^{-1}$)	نیتروژن مضره (میلی اکی والنت در صد گرم چغندر قند) N (meq100 g $beet^{-1}$)	درصد ضریب استحصال ECS (%)	درصد قند ملاس MS (%)
								Sowing date	تاریخ کاشت				
Early October	دهه دوم مهر	15.993a	48.717c	41.697a	6.520a	4.335a	15.692a	10.397a	5.620a	7.365a	5.877a	66.267a	4.695a
Late October	دهه اول آبان	5.012b	62.642b	19.013b	2.992b	2.037b	15.567a	10.335a	5.130ab	7.657a	5.915a	66.122a	4.632a
Mid November	دهه سوم آبان	0.500c	78.880a	13.750b	2.080b	1.462b	15.017a	10.365a	4.408b	6.895a	5.163a	68.958a	4.052b
								Cultivar	رقم				
Vico	ویکو	6.076a	59.453b	26.953a	4.268a	2.943a	15.817a	10.971a	4.580b	7.212a	5.443a	69.349a	4.246a
Sharif	شریف	8.261a	67.372a	22.687a	3.460b	2.279b	15.033b	9.760b	5.526a	7.399a	5.860a	64.882b	4.673a

میانگین ها، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشترک می باشند بر اساس آموزن چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارد.

Means, in each column and for each factor, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

RY: Root yield, SY: Sugar yield, WSY: White sugar yield, ECS: Extraction coefficient of sugar, MS: Molass Sugar.

سه تاریخ کاشت مورد بررسی، در تاریخ کاشت دوم رقم ویکو با ۱/۱ درصد به طور معنی داری میزان ساقه روی کمتری را نسبت به رقم شریف با ۸/۸ درصد از خود نشان داد و در کاشت اول و سوم تفاوت معنی داری بین رقم ویکو و شریف مشاهده نشد. با این حال با تأخیر در کاشت میزان ساقه روی در هر دو رقم کاهش یافت (جدول ۶).

تأخیر در کاشت با میزان سرمازدگی تناسب داشت و کمترین مقدار سرمازدگی مربوط به تاریخ کاشت اول با ۴۸/۷ درصد بود (جدول ۵). به عبارت دیگر در کاشت دهه دوم مهر حدود ۷۸ درصد گیاهچه ها در اثر سرما از بین رفتند. ولی از آنجا که معمولاً تعداد گیا هچه ها پس از سبز شدن بیشتر از تراکم مطلوب در مزرعه بود، در نتیجه تعدادی از بوته ها در مزرعه باقی ماندند (گرچه تراکم بوته در حد مطلوب نبود). این امر به دلیل سرمای پاییز و زمستان در منطقه کرج (جدول ۲ و ۳) بود که باعث از بین رفتن بوته های چغندرقند در مراحل دو یا چهار برگی شد. چون گیاهچه های تازه جوانه زده (تا مرحله چهار برگی) نسبت به دمای پایین حساس ترند (Jalilian *et al.*, 1999).

در نتیجه در منطقه کرج علاوه بر ساقه‌روی، عامل سرما بسیار حائز اهمیت می باشد و زراعت چغندر پاییزه را به شدت تحت تأثیر قرار می دهد. بوته های چغندرقند در تاریخ کاشت اول، در هنگام مواجه شدن با سرمای پاییز و زمستان به اندازه کافی رشد کردند و نسبت به سرما مقاومت بیشتری نشان دادند که در نتیجه کمتر آسیب دیدند، اما همانطوری که پیشتر اشاره شد میزان ساقه روی بیشتری نیز داشتند که این پدیده باعث کاهش کیفیت ریشه ذخیره ای می شود. طالقانی و همکاران (Taleghani *et al.*, 2010) در منطقه سبزوار نشان دادند که، تعداد زیادی از گیاهچه ها در اثر سرمای پاییز و زمستان از بین رفتند. آنها گزارش کردند اگر هنگام مواجه شدن با سرما، گیاهان ۱۰ تا ۱۲ برگ داشته باشند، علیرغم مقاومت به سرما، درصد ساقه روی افزایش چشمگیری می یابد.

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که اثر تاریخ کاشت بر عملکرد ریشه و شکر سفید در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد ریشه و شکر سفید مربوط به تاریخ کاشت اول به ترتیب با ۴۱/۶ و ۴/۳ تن در هکتار بود. در حالیکه عملکرد آنها در تاریخ کاشت دوم و سوم تفاوت معنی داری نداشت (جدول ۵). در تحقیقی در منطقه فسا نیز بیشترین عملکرد ریشه را با ۵۸/۴۸ تن در هکتار مربوط به تاریخ کاشت پنجم مهر و برداشت ۳۰ خرداد گزارش شد (Ashrafmansoori *et al.*, 2013).

تفاوت ارقام از نظر عملکرد ریشه معنی دار نبود، اما تفاوت آنها برای عملکرد شکر و شکر سفید در سطح احتمال پنج درصد معنی دار بود (جدول ۴). عملکرد شکر و شکر سفید در رقم ویکو به ترتیب با ۴/۲ و ۲/۹ تن در هکتار بیشتر از رقم شریف با ۳/۴ و ۲/۲ تن در هکتار بود (جدول ۵).

جدول ۶- مقایسه میانگین اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم بر برخی صفات کمی و کیفیت چغندرقند در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴

Table 6. Mean comparison of sowing date × cultivar interaction effect on some quantitative and quality traits of sugar beet in 2015-2016 growing season

		درصد ساقه روی Bolting (%)	عملکرد ریشه (تن در هکتار) RY (tha^{-1})	عملکرد شکر (تن در هکتار) SY (tha^{-1})	عملکرد شکر سفید (تن در هکتار) WSY (tha^{-1})	سدیم (میلی اکی والنت در صد گرم چغندرقند) Na (meq100 g $beet^{-1}$)	پتاسیم (میلی اکی والنت در صد گرم چغندرقند) K (meq100 g $beet^{-1}$)	درصد ضریب استحصال ECS (%)	درصدقند ملاس MS (%)
						Early October دهه دوم مهر			
Vico	ویکو	16.567a	32.223b	5.153b	3.383b	8.010ab	6.427a	65.550ab	4.900ab
Sharif	شریف	15.420a	51.170a	7.887a	5.287a	6.720c	5.327ab	66.983ab	4.490abc
						Late October دهه اول آبان			
Vico	ویکو	1.160c	27.193bc	4.373bc	3.103bc	7.010bc	5.137ab	71.003a	4.073c
Sharif	شریف	8.863b	10.833d	1.610d	0.970d	8.303a	6.693a	61.240b	5.190a
						Mid November دهه سوم آبان			
Vico	ویکو	0.500c	21.443c	3.277c	2.343c	6.617c	4.767b	71.493a	3.763c
Sharif	شریف	0.500c	6.057d	0.883d	0.580d	7.173abc	5.560ab	66.423ab	4.340bc

میانگین ها، در هر ستون و برای هر عامل، که دارای حرف مشترک می باشند بر اساس آموزن چند دامنه ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارد.

Means, in each column and for each factor, followed by similar letter are not significantly different at the 5% probability level- using Duncan's Multiple Range Test.

RY: Root yield, SY: Sugar yield, WSY: White sugar yield, ECS: Extraction coefficient of sugar, MS: Molass sugar.

اثر متقابل تاریخ کاشت × رقم نیز برای عملکرد ریشه و شکر سفید در سطح احتمال یک درصد معنی دارشد (جدول۴). رقم شریف در مقابل تأخیر در تاریخ کاشت واکنش بیشتری نسبت به رقم ویکو از خود نشان داد. میانگین عملکرد ریشه و شکر سفید در تاریخ کاشت اول و دوم در رقم ویکو تفاوت معنی دار نداشت، اما در رقم شریف این تفاوت معنی دار بود. این امر بیشتر ناشی از کاهش قابل توجه عملکرد ریشه رقم شریف در تاریخ کاشت دوم نسبت به تاریخ کاشت اول بود. بیشترین عملکرد ریشه و شکر سفید در تاریخ کاشت اول برای رقم شریف به ترتیب با ۵۱/۱ و ۵/۲ تن در هکتار حاصل شد (جدول ۶).

اگرچه بیشترین مقدار عملکرد شکر سفید در تاریخ کاشت اول به دست آمد، اما با توجه به میزان ساقه روی بالای آن (بیش از ۱۵ درصد) امکان فرآوری مناسب آن در کارخانه های قند وجود ندارد. بنابراین تیمار قابل قبول مربوط به تاریخ کاشت دوم و رقم ویکو با عملکرد شکر سفید ۳/۱ تن در هکتار و ساقه روی ۱/۱ درصد تشخیص داده شد (جدول ۶).

در کاشت پاییزه در مقایسه با کاشت بهاره، مصرف آب آبیاری و سموم مختلف به دلیل مواجه شدن دوره رویشی گیاه با فصول نسبتاً خنک پاییز و سرد زمستان، کاهش چشمگیری می یابد. به طوریکه تعداد دفعات آبیاری در آزمایش سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ شش نوبت بود. در حالیکه در زراعت بهاره چغندرقند در این منطقه معمولاً ۱۲ تا ۱۴ نوبت آبیاری انجام می شود.

بنابراین با توجه به تولید حدود ۵-۳ تن شکر سفید با شش نوبت آبیاری و از طرفی محدودیت های شدید قابل پیش بینی در منابع آب کشور، اجرای تحقیقات بیشتر در زمینه تولید ارقام مقاوم تر به سرمازدگی و ساقه روی جهت توسعه کشت پاییزه چغندرقند در این منطقه پیشنهاد می شود. گرچه در حال حاضر امکان کشت پاییزه چغندرقند در منطقه کرج و مناطق اقلیمی مشابه وجود ندارد. بدیهی است با تغییرات اقلیمی و به تبع آن گرمتر شدن هوا و کمبود آب آبیاری و پیشرفت های بیشتر در زمینه به نژادی در آینده، امکان توسعه کشت پاییزه چغندرقند در مناطق بیشتری از کشور (علاوه بر خوزستان که در حال حاضر کشت پاییزه در آن رواج دارد) بوجود خواهد آمد.

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که ارقام چغندر قند مورد بررسی از نظر درصد قند و درصد قند قابل استحصال تفاوت معنی داری داشتند (جدول ۴). رقم ویکو به ترتیب با ۱۵/۸ درصد و ۱۰/۹ درصد قند و درصد قند قابل استحصال بیشتری را نسبت به رقم شریف با ۱۵ درصد و ۹/۷ درصد داشت (جدول ۵). غلظت ناخالصی های ریشه (نیتروژن مضره، سدیم و پتاسیم) نقش مهمی را در تعیین درصد شکر قابل استحصال ایفا می کند. کشت زود هنگام به طور معنی داری باعث افزایش غلظت سدیم ریشه و درصد قند ملاس شد (جداول ۴ و ۵).

بهطور کلی رقم ویکو ناخالصی های کمتری را نسبت به رقم شریف نشان داد، به طوریکه ضریب استحصال آن به حدود ۷۰ درصد رسید (جداول ۴ و ۵).

افزایش کیفیت محصول چغندرقند از طریق افزایش درصد قند و کاهش مواد غیر قندی به ویژه نیتروژن، سدیم و پتاسیم بدست می آید. بنابراین می توان با کاهش ناخالصی های موجود در ریشه، کیفیت وکمیت استحصال قند از چغندرقند را بهبود بخشید. چون هر چه درصد قند در ملاس کمتر باشد کیفیت ریشه آن بهتر می شود (Cook and Scott, 1998).

نتیجه گیری

نتایج این پژ وهش نشان داد که با توجه به شرایط آب و هوایی منطقه کرج، امکان توصیه کاشت پاییزه چغندرقند در این منطقه و مناطق مشابه وجود ندارد. با توجه به تأثیر مخرب سرما بر رشد گیاه و از بین رفتن درصد زیادی از گیاهچه ها، استفاده از رقم مقاوم به ساقه روی موثر نمی باشد و لازم است در تحقیقات آتی برای این منطقه و مناطق مشابه اصلاح ارقام متحمل به سرما و مقاوم به ساقه روی به صورت همزمان مورد توجه قرار گیرد. البته با توجه به روند ملایم تر شدن درجه حرارت در فصل زمستان درکرج، با اصلاح ارقام مقاوم به سرما و مقاوم تر به ساقه روی ممکن است در آینده شرایط برای کاشت پاییزه چغندرقند در این اقلیم و مناطق مشابه فراهم شود.

سپاسگزاری

این مقاله از داده های بخشی از پروژه تحقیقاتی به شماره مصوب ۹۴۱۲۵-۰۲-۰۲-۰ می باشد که با استفاده از اعتبارات پژوهشی سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی انجام شد. نگارندگان بدینوسیله از مدیریت این سازمان سپاسگزاری می کنند.

References

Ashrafmansoori, G. R. 1997. The effect of growth period and stage on quality and quantity of autumn sugar beet in Fasa. Research Project Final Report No. 89/443. Fars Agricultural and Natural Resources Research Center 36 pp. (in Persian).

Ashrafmansoori, G. R., Sharifi, H., and Hamdi. F. 2013. Investigating the possibility of autumn sown sugar beet in Fasa area. Sugar Beet Journal 29 (1): 84-71.

Cook, D. A., and Scott, R. K. 1998. The sugar beet crop: science into practice. Chapman Hall. 675 pp.

Draycott, P. 2006. Sugar beet. Blackwell publishing Ltd. 514 pp.

Hoffmann, C. M., and Kluge-Severin1, S. 2010. Light absorption and radiation use efficiency of autumn and spring sown sugar beets. Field Crops Research 119: 238-244.

Hoffmann, C. M., and Kluge-Severin1, S. 2011. Growth analysis of autumn and spring sown sugar beet. European Journal of Agronomy 34: 1-9.

Jaggard, K. W., and Werker. A. R. 1998. An evaluation at the potential benefits and of autumn sown sugar beet in north-west Europe. The Journal of Agricultural Sciences 132: 91-102.

Jalilian, A., Mazaheri, D., Tavakkol Afshari R., Abdollahian-Noghabi, M., Rahimian Mashhadi, H., and Ahmadi, A. 1999. Effect of freezing damage at seedling stage in different sugsr beet cultivars. Iranian Journal of Crop Sciences 10(4): 400-415

Javaheri, M. A., Ramroudi, M., Asgharipour, M., Dehmadre, M., and Ghaemi, A. R. 2015. Agroclimatic zonation for evaluating autumn sugar beet sowing feasibility in Khorasan Razavi and southern Khorasan provinces. Journal of Sugar Beet 31 (1): 31-17.

Kirchhoff, M., Svirshchevskaya, A., Hoffmann, C., Schechert, A., Jung, C., and Kopischobuch, F. 2012. High degree of genetic variation of winter hardiness in panel of *Beta vulgaris* L. Journal of Crop Sciences 25: 179-188.

Lexender, K. 1980. Present knowledge of sugar beet bolting mechanisms. pp. 245-285. In: Proceedings of 43rd Winter Congress of International Institute of Sugar Beet. Brussels, Belgium.

Milford, G. F. J., Jarvis, P. J., and Walters, C. 2010. A vernalization-intensity model to predict bolting in sugar beet. Journal of Agriculture Sciences 148: 127–137.

Nelson, J. M. 1978. Influence of planting date, nitrogen rate and harvest date on yield and sucrose concentration of fall planted sugar beet in central Arizona. Journal of American Society of Sugar Beet Technologist 20: 25-32.

Reinefeld, E., Emmrrich, A., Baumgarten, G., Winner, C., and Beiss, U. 1974. Zurvoraussage des melassezukers aus rubenanalysen. Zuker 27: 2-15.

Reinsdorf, E., and Koch, H. 2013. Modeling crown temperature of winter sugar beet

and its application in risk assessment for frost killing in central Europe. Journal of Agriculture Forest Meteorology 182-183: 21-30.

Reinsdorf, E., Koch, H. J., and Märländer, B. 2013. Phenotype related differences in frost tolerance of winter sugar beet (*Beta vulgaris L.*). Journal of Field Crops Research 151: 27–34.

Sadeghian Mottahar, S. Y. 1994. Use of annual gene (B) for screening bolting-resistant inbred lines in sugar beet. Journal of Sugar Beet 10 (1): 1-7.

Sadeghian Mottahar, S. Y. 1999. Bolting, undesirable phenomenon in sugar beet. Agricultural Education and Extension Publication No.12. Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran (in Persian).

Senff, G. 1958. Versuche mit der Feldüberwinterung von Zuckerrüben zur Saatguterzeugung. Zuckererzeugung 2: 279–281.

Senff, G. 1961. Der direkte Zuckerrübensaatgutbau nach Sommeraussaat unterbesonderer Berücksichtigung von Maßnahmen zur Beseitigung seiner Nachteile.Z. Acker- u. Pflanzenbau 112: 10–38.

Smit, A. L. 1983. Influence of external factors on growth and development of sugar beet. Ph. D. Thesis. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 121 pp.

Taleghani, D., Sharifi, H., Ahmadi, M., Asharfmansouri, G., Moharramzadeh, M., Javaheri, M., Bassati, J., Ebrahamian, H., Hemayati, S., Aghaezadeh, M., Abdollahian, M., Urazizadeh, M. R., Norbina, A., Hosseinpour, M., Sadeghian Mottahar, S. Y., Mohammadian, R., Mahmoudi, S. B., and Yousefabadi, V. A. 2010. Development of autumn sugar beet cultivars in Iran, pp. 81-95. In: Proceedings of the 11th Crop Sciences Congress of Iran.

Taleghani, D., Moharamzadeh, M., Sadeghzadeh Hemayati, S., Mohammadian, R., and Farahmand, R. 2011. Effect of planting and harvesting date on yield of autumn sown sugar beet in Moghan area. Seed and Plant Production Journal 27-2 (3): 371-355.